

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д005.017.01
на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки
Тихоокеанского океанологического института им. В.И. Ильичева
Дальневосточного отделения Российской академии наук
Министерства науки и высшего образования РФ
ПО ДИССЕРТАЦИИ
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

Аттестационное дело № _____

Решение диссертационного совета от 14 июня 2019 г. № 1

О присуждении Храмцову Игорю Валерьевичу ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Исследование средних характеристик турбулентных вихревых колец различных диаметров и особенности их акустического излучения» по специальности 01.04.06 – «акустика» принята к защите 28 марта 2019 г., протокол № 2 диссертационным советом Д005.017.01 на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Тихоокеанского океанологического института им. В.И. Ильичева Дальневосточного отделения Российской академии наук (ТОИ ДВО РАН), Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, 690041, г. Владивосток, Балтийская, 43, утвержденным приказом Минобрнауки России № 714/нк от 2 ноября 2012 г.

Соискатель Храмцов Игорь Валерьевич, гражданство РФ, 1992 года рождения, в 2009 г. окончил Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Пермский национальный исследовательский политехнический университет» по специальности «ракетостроение».

В 2018 году соискатель окончил аспирантуру Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Пермского национального исследовательского политехнического

университета» по программе аспирантуры «Авиационная акустика» по направлению подготовки 16.06.01 «Физико-технические науки и технологии» по специальности 05.07.05 - «Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов».

Работает младшим научным сотрудником и старшим преподавателем в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Пермском национальном исследовательском политехническом университете» (ПНИПУ).

Диссертация выполнена в «Лаборатории механизмов генерации шума и модального анализа» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Пермского национального исследовательского политехнического университета».

Научный руководитель – Копьев Виктор Феликсович, доктор физико-математических наук, профессор, научный руководитель «Лаборатории механизмов генерации шума и модального анализа» ФГБОУ ВО «ПНИПУ», начальник отделения Аэроакустики и экологии летательных аппаратов Московского комплекса «Центрального аэрогидродинамического института имени профессора Н.Е. Жуковского» (ФГУП «ЦАГИ»).

Официальные оппоненты:

Никулин Виктор Васильевич, гражданство РФ, доктор физико-математических наук, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт гидродинамики имени М.А. Лаврентьева», заведующий лабораторией,

Миронов Михаил Арсеньевич, гражданство РФ, кандидат физико-математических наук, АО «Акустический институт имени академика Н.Н. Андреева», начальник отдела,

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация - Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова», (МГУ), г. Москва, в

своем положительном заключении, составленным Шаниным Андреем Владимировичем, доктором физико-математических наук, доцентом кафедры Акустики Физического факультета МГУ, подписанным Руденко Олегом Владимировичем, академиком РАН, профессором, заведующим кафедрой Акустики Физического факультета МГУ, утвержденном Федяниным Андреем Анатольевичем, доктором физико-математических наук, профессором, проректором МГУ, указала, что диссертационная работа носит актуальный характер, полученные в работе результаты подтверждают теоретическую модель генерации шума вихревыми кольцами, основанную на колебаниях тонкого ядра.

Автореферат полностью отражает содержание диссертации. Результаты диссертации опубликованы в пяти научных статьях.

Диссертационная работа Храмцова И.В. на тему «Исследование средних характеристик турбулентных вихревых колец различных диаметров и особенности их акустического излучения» удовлетворяет требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденным постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. №842 (ред. от 21.04.2016 г.), а соискатель Храмцов И.В. заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.04.06 - Акустика.

Соискатель имеет 13 опубликованных работ, по теме диссертации 10 работ, из них 5 статьи в научных журналах и изданиях, которые включены в Перечень российских рецензируемых научных журналов и изданий для опубликования основных научных результатов диссертаций, 8 работ опубликованы в материалах международных и всероссийских конференций. В опубликованных работах отражены основные результаты диссертации. Общий объем работ 7,06 п. л. Наиболее значимые работы по теме диссертации:

Копьев, В.Ф. Экспериментальные исследования шума вихревого кольца в заглушенной камере / В.Ф. Копьев, М.Ю. Зайцев, В.В. Пальчиковский, **И.В. Храмцов.**, Ю.В. Берсенев // Вестник ПНИПУ. Аэрокосмическая техника. – 2016. – № 45. – С. 133–151. (вклад соискателя 58 %).

Копьев, В.Ф. Создание заглушенной установки для аэроакустических

экспериментов и исследование ее акустических характеристик / В.Ф. Копьев, В.В. Пальчиковский, И.В. Беляев, Ю.В. Берсенев, С.Ю. Макашов, **И.В. Храмцов**, И.А. Корин, Е.В. Сорокин, О.Ю. Кустов // Акустический журнал. – 2017. – Т. 63, № 1. – С. 114-126. (вклад соискателя 10 %).

Копьев, В.Ф. Параметрическое исследование шума вихревых колец различного диаметра / В.Ф. Копьев, **И.В. Храмцов**, М.Ю. Зайцев, Е.С. Черенкова, О.Ю. Кустов, В.В. Пальчиковский // Акуст. журн. – 2018. – Т. 64, № 4. – С. 499-507. (вклад соискателя 78 %).

Копьев В.Ф., О возможности использования единичной временной реализации для исследования шума вихревых колец / В.Ф. Копьев, И.В. Храмцов, В.В. Ершов, В.В. Пальчиковский // Акустический журнал. – 2019. – Т. 65, № 1. С.48-57 (вклад соискателя 50 %).

На автореферат диссертации поступило 6 отзывов, все отзывы положительные:

- от д.т.н. Иголкина А.Н., профессора кафедры Автоматических систем и энергетических установок ФГАОУ ВО «Самарского национального исследовательского университета имени академика С.П. Королева». Замечания, представленные в отзыве:

1. В работе проводится прямое сравнение средней траектории движения вихревых колец с результатами работ Копьева В.Ф. и получено их хорошее соответствие. Однако, спектры сравниваются только качественно, а прямое сравнение спектров в одинаковые моменты времени не приведено.

2. В работе указано, что шум вихревого кольца характеризуется одним пиком. Однако, на рисунке 4 автореферата представлены спектры шума вихревого кольца, на которых в момент времени 210 мс наблюдается несколько пиков. Объяснения данного эффекта в тексте автореферата отсутствуют.

- от к.ф.-м.н., Демина И.Ю., доцента кафедры акустики Радиофизического факультета ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского». Замечания в отзыве отсутствуют.

- от к.ф.-м.н., Денисова С.Л., с.н.с. акустического отделения (НИО-9) ФГУП «Центральный Аэрогидродинамический институт имени профессора Жуковского». Замечания, представленные в отзыве:

1. В работе не приводится анализ применимости осесимметричной постановки для описания динамики вихревого движения при наличии трехмерных турбулентных пульсаций.

- от д.ф.-м.н., Зыбина К.П., член-корреспондента РАН, г.н.с., ОТФ «Физический институт имени П. Н. Лебедев». Замечания, представленные в отзыве:

1. В конце главы 2 автореферата делается вывод, что «Для всех сопловых насадков наблюдается меньший разброс времени прилета кольца на удаленные от среза сопла траекторные микрофоны по сравнению с результатами предыдущих работ. Это позволяет говорить о том, что предложенная методика разбраковки временных реализаций может надежно использоваться для отбора реализаций вихревых колец с целью дальнейшего исследования их акустических характеристик». Однако меньшие разбросы, т.е. более высокая стабильность характеристик генерируемых вихревых колец, скорее, связана с более высоким качеством разработанной экспериментальной базы в виде комплекса «заглушенная камера – генератор вихревых колец», чем с методикой обработки, которая во многом схожа с применяемой ранее во ФГУП «ЦАГИ».

2. Отсутствует оценка погрешности проводимых акустических измерений микрофонами.

- от д.ф.-м.н., Куйбина П.А., заместителя директора по научной работе ФГБУН «Институт теплофизики имени С.С. Куталадзе». Замечания, представленные в отзыве:

1. В разработанном генераторе вихревых колец отсутствует система запуска, способная обеспечивать движение поршня с одинаковой скоростью. Наличие такой системы позволило бы снизить разбросы аэроакустических характеристик вихревых колец и тем самым заметно сократить количество запусков вихревых колец и, соответственно, объемы обрабатываемых

экспериментальных данных.

2. Для численного моделирования образования вихревого кольца в работе используется прямое решение уравнений Навье-Стокса. При этом соответствующие физике процесса числа Рейнольдса говорят о возможности проведения аналогичного моделирования на основе уравнений Эйлера, что могло бы сократить вычислительное время или увеличить временной интервал моделируемого процесса движения вихревого кольца.

3. В формулах (2) и (3) представлены зависимости числа Струхалья от начальной и текущей скорости. При этом, обе величины в формулах обозначены одинаково.

- от к.т.н., Синера А.А., заместителя начальника отдела внешних характеристик АО «ОДК-Авиадвигатель». Замечания, представленные в отзыве:

1. Стр. 5 - С уменьшением размера соплового насадка генератора при близких параметрах запуска растет нестабильность свойств вихревых колец. Делались ли попытки для диаметров 30 и меньше избавиться от этой нестабильности? (изменить размеры генератора, поменять силу удара и т.д.);

2. Стр. 5 - Неправильно написано название метода конечных объемов;

3. Стр. 7 схема на рис.1 - Рассматривались ли варианты сделать удар молотом по поршню автоматическим, без участия человека, т.к. разная сила удара может во многом давать такую большую нестабильность и маленький процент удачных запусков? Достаточно ли толстый поршень, чтобы шла плоская волна, и от удара, нанесенного человеком не всегда под одним углом (даже если с одинаковой силой), не возникало незначительных колебаний или искривлений поршня?

4. Стр. 8 - Как располагались 13 микрофонов вблизи оси движения вихревого кольца? Почему в качестве критерия стабильности было выбрано отклонение от центра мишени на экране с шелковинками на расстояние не более 250 мм? Эта цифра взята статистически?

5. Стр. 9 - Почему оценка начальной скорости вихревых колец определялась на микрофонах № 13-14? Почему они были выбраны? Проверяли ли скорость с

помощью других пар микрофонов? Сравнивали измеренные изменения скорости на разных участках (между микрофонами) с результатами численного расчета и бимформинга?

6. Стр. 11 - Какая акустически прозрачная ловушка использовалась для разрушения кольца?

7. Стр. 11 - Как выбиралась длина участка временной реализации - 31,2 мс, откуда эта величина?

8. Стр. 13 - Усредненные спектры шума одиночного вихревого кольца строились только для сопла 50 мм из-за устойчивости вихрей для этого диаметра? Строились ли по другим соплам графики подобные представленным на рис. 6? Там такое же совпадение?

9. Стр. 15 - Верификация расчетов для сопел 40, 50, 60 проводилась только по значению начальной скорости?

10. Стр. 16 - Каковы предположительные причины расхождения расчетных и экспериментальных значений скоростей, представленных в таблице 3?

11. Стр. 16 - Почему выбрана точка прохождения кольцом с координатой $X/D_c=3$?

12. Если амплитуды q_0, q_1, q_2, q_3 неизвестны, как считалась эволюция вклада этих составляющих с «заданными» значениями? Как задавались значения?

В целом, в отзывах отмечено, что диссертационная работа представляет собой самостоятельно выполненное, завершенное научное исследование на актуальную тему, обладает научной новизной и практической значимостью, содержит решение задач по совершенствованию методов экспериментального исследования и методик обработки результатов по исследованиям акустического излучения отдельных вихрей в интересах создания современных малошумных авиационных двигателей.

Результаты работы и выводы имеют существенное значение как для фундаментальных исследований в области излучения шума турбулентными течениями, так и аэроакустической практики.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается

направлением и особенностями их исследований, которые соответствуют тематике диссертации Храмцова И.В.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

- разработан и создан новый генератор вихревых колец, позволяющий исследовать шум вихревых колец на более широком участке траектории, с помощью данного генератора, получены аэроакустические характеристики различных по размеру и скорости вихрей;

- предложена методика определения размеров вихревых колец на основе численного моделирования с учетом конструктивных особенностей установки создания вихрей, с помощью интеграции результатов численного моделирования и автомодельной теории подтвержден механизм генерации шума, представляющий собой колебания тонкого ядра вихря;

- предложена методика определения положения вихревого кольца бесконтактным акустическим способом на основе многоканальной обработки данных с плоской микрофонной антенны.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что турбулентное вихревое кольцо является элементарным объектом, описав который можно приблизиться к пониманию физических процессов, приводящих к генерации шума турбулентной струей, и, в дальнейшем, эффективнее снижать шум реактивной струи авиационного двигателя.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается соответствующими актами о том, что: результаты используются в экспериментальных работах АО «ОДК-Авиадвигатель», что позволило специалистам данной организации выполнять локализацию источника звука плоской микрофонной антенной с уменьшенным числом микрофонов на открытом стенде ОС-5; результаты диссертационной работы используются в научных исследованиях ФГУП «ЦАГИ» в рамках выполнения гранта РФ; результаты диссертационной работы используются в научных исследованиях, проводимых в настоящее время в ФБГОУ ВО «Пермский национальный

исследовательский политехнический университет» в рамках выполнения гранта правительства РФ по постановлению № 220 от 9.04.2010 и двух госзаданий.

Оценка достоверности результатов исследования выявила: экспериментальные результаты получены с помощью современного измерительного оборудования и программного обеспечения; представлено сравнение полученных автором экспериментальных данных друг с другом, а также с результатами других исследований, полученными ранее по рассматриваемой тематике; численные модели верифицированы путем сравнения с результатами эксперимента.

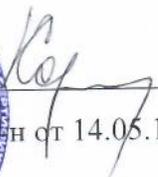
Личный вклад соискателя состоит в: постановке задач исследования; проектировании и введении в эксплуатацию генератора вихревых колец; получении и анализе результатов эксперимента; разработке методики численного моделирования формирования вихревого кольца; сравнении результатов эксперимента с автомодельными теориями; разработке методики исследования положения вихревого кольца с помощью микрофонной антенны.

На заседании 14 июня 2019 г. диссертационный совет принял решение присудить Храмцову И.В. ученую степень кандидата технических наук по специальности 01.04.06 – «акустика».

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 15 человек, из них 6 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 21 человека, входящих в состав совета, проголосовали: за – 13, против – 0, недействительных бюллетеней – 2.

Председатель заседания
диссертационного совета
(приказ директора ИИ ДВО РАН № 151 от 14.05.19)



 Коренбаум Владимир Ильич

Ученый секретарь
диссертационного совета
14 июня 2019 г.

 Костив Анатолий Евгеньевич